

тоды испытаний. **15.** *Комягин С.И.* Связь и соотношение показателей стойкости и безопасности оружия при электромагнитном воздействии // Сб. докладов Восьмой научно-технической конференции по электромагнитной совместимости и электромагнитной безопасности ЭМС-2004, 22-24 сентября 2004, Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, 2004. – С.521-526. **16.** ГОСТ 21515-80. Материалы диэлектрические. Термины и определения. **17.** *Купrienko В.М., Мельников В.А., Остафийчук Н.А., Остафийчук Р.М.* О применении терминов «устойчивость» и «стойкость» к электромагнитным помехам // 6-ой Международный симпозиум по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии, 21-24 июня 2005, Санкт-Петербург: Материалы симпозиума. – Санкт-Петербург, СПбЭТУ (ЛЭТИ), 2005. – С.252-255. **18.** *Купrienko В.М., Остафийчук Р.М.* Критерии и условия проведения испытаний на устойчивость, стойкость и прочность при воздействии электромагнитных помех // Сб. докладов Девятой Российской научно-техн. конф. по электромагнитной совместимости и безопасности ЭМС-2006, 21-23 сентября 2006г., Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, ВИТУ, 2006. – С.396-399. **19.** *Кравченко В.И.* О сущности и соотношении понятий и терминов «электромагнитная совместимость» и «электромагнитная стойкость» радиоэлектронных средств // Вопросы обеспечения стойкости радиоэлектронных средств к воздействию излучений естественного и искусственного происхождения. Материалы Всесоюзной научно-технической конференции, Харьков, 14-16 мая 1991 г. Часть 2. – М.: НТЦ «Информтехника». – С.5-7.

Надійшла до редколегії 25.06.2007.

УДК 681.51: 537.528

Л.М.МИРОШНИЧЕНКО, канд.техн.наук; **Л.Є.ОВЧИННИКОВА**,
канд.техн.наук; **А.М.ГОЛОБОРОДЬКО**, канд.техн.наук;
С.С.КОЗИРЄВ; Інститут імпульсних процесів і технологій НАН Украї-
ни

АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ І ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА БАЗІ ТЕСЛІВСЬКИХ КІЛ

Проведено аналіз факторів, що впливають на стан електричної ізоляції електротехнічних об'єктів; розроблено архітектуру системи діагностики залишкового та якості електричної ізоляції промислових об'єктів на базі теслівських кіл.

The architecture and algorithm of diagnostic system were developed. System analyzes remaining life and quality of electric isolation of industrial electrotechnical installations. Diagnostic system is based on Tesla's circuits.

Вступ. Активізація робіт з дослідження стану технічних та експлуатаційних ресурсів держави, розробка заходів по їх покращанню, створення і впровадження відповідних попереджувальних заходів неруйнівного контролю та діагностики технічних об'єктів обумовлене загальним станом технічних ресурсів, електрообладнання та електромереж в Україні. За оцінками

експертів зношеність електрообладнання по країні становить 45%. Такий стан конструкцій, обладнання та інженерних мереж, що складають 60% основних фондів України, дозволяє класифікувати рівень безпеки більшості промислових об'єктів як низький. Значна частина електрообладнання, що експлуатується у базових галузях, вичерпала свій ресурс, кожен третій промисловий об'єкт є потенційно небезпечним.

Загальна вартість основних фондів потужного енергообладнання відповідає декільком річним бюджетам країни, а витрати, пов'язані з ліквідацією аварій і відновленням експлуатаційної придатності об'єктів, що знаходяться в незадовільному технічному стані, в багатьох випадках досягають їхньої первісної вартості. Тому необхідно щорічно виділяти значні ресурси для підтримки в робочому режимі важливих технічних систем і об'єктів, які знаходяться у незадовільному технічному стані.

Усе це вимагає проведення досліджень, пов'язаних з розробкою методів та засобів для визначення стану технічних і експлуатаційних ресурсів, робіт по створенню і впровадженню відповідних засобів неруйнівного контролю та діагностики стану технічних об'єктів.

Метою роботи є подовження терміну використання електричної ізоляції шляхом створення засобів неруйнівного контролю та діагностики стану технічних об'єктів за допомогою використання теслівських кіл для безконтактного методу визначення відхилень діелектричних характеристик середовищ від нормативних.

Розробка систем неруйнівного контролю електричної ізоляції є задачею актуальною та своєчасною, про що свідчить велика кількість досліджень, публікацій та запропонованих пристроїв контролю. Переважно результати цих досліджень стосуються ультразвукового, теплового, магнітного та віхреструмового методів контролю.

Раніше запропоновані методи раннього виявлення погіршення ізоляції не дозволяють діагностувати стан ізоляції об'єктів складної та невизначеної конфігурації і структури, значних об'ємів неоднорідного складу. Застосування теслівських кіл для діагностики та контролю за діелектричним станом об'єкта базується на ґрунтовних дослідженнях у провідних інститутах НАН України: Інституті електродинаміки, Інституті електрозварювання ім. Є.О.Патона [1]. На даному етапі роботи цей напрям поширюється. Інститут імпульсних процесів і технологій (ІПТТ) НАН України має досвід створення високовольтного високочастотного потужного обладнання для реалізації теслівських процесів [2].

Рівень розвитку перетворювальних систем в ІПТТ дозволяє на практиці реалізувати і впровадити теслівські кола для діагностики і контролю непередбачуваних процесів в приміщеннях або середовищах, заповнених різнорізними діелектричними компонентами. Для створення теслівських кіл не-

обхідне високовольтне високочастотне обладнання, що працює в резонансному режимі. Саме це є невід'ємною умовою існування теслівських процесів, які можна використовувати для діагностики стану діелектричних характеристик середовища, бо передача енергії по однопровідній лінії обов'язково враховує стан діелектричних компонентів середовища. Тому, контролюючи зміни у процесах, що залежать від стану діелектричних характеристик об'єктів, система діагностики може відповідним чином визначати і попереджувати про аварійно небезпечні зміни у стані контрольованого об'єкту. Як показали попередні теоретичні дослідження резонансних властивостей перетворювачів, процеси зарядки ємнісного накопичувача, що є вихідним контуром системи контролю, залежать від багатьох факторів. Насамперед це добротність резонансних контурів, що змінюється при підвищенні частоти перетворення, напруги та потужності системи.

Результати проведених досліджень є теоретичною базою для створення системи неруйнівного контролю за станом ізоляції. Графічні залежності доводять суттєву чутливість запропонованої системи до змін у навколишньому середовищі [3]. Як показали попередні дослідження середовище не обов'язково має бути повітряним – така реакція можлива і у водному середовищі і будь-якому іншому.

Система тестування відзначатиме можливий дозволений діапазон змін параметрів середовища, а про аварійний стан система контролю буде сигналізувати при порушенні визначених вимог. Фактори впливу визначаються умовами існування середовища і мають бути відкориговані згідно з технічним завданням на розробку системи діагностики.

На основі системного аналізу процесів в об'єкті контролю, в якості якого розглядається електрична ізоляція промислових електротехнічних споруд як складна система, та в результаті дослідження поведінки системи при зміні діелектричних властивостей досліджуваного середовища встановлено:

- об'єкт контролю необхідно розглядати як складову частину вимірювального діагностичного комплексу;

- визначено електричні характеристики процесу вимірювання, які дозволять контролювати зміну діелектричних властивостей об'єкта, а їх функціонали можуть використовуватись в якості інформаційних характеристик стану об'єкта в системі діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд;

- визначено діапазони змін електричних характеристик, які прийнято в якості інформаційних координат, що зумовлені зміною діелектричних властивостей об'єкта діагностики.

При дослідженні об'єкта методами математичного моделювання діелектричні властивості об'єкта моделювались за допомогою ідеального конденсатора у схемі зарядки з діелектричною проникністю $\epsilon_{\text{сеп}}$ (рис. 1).

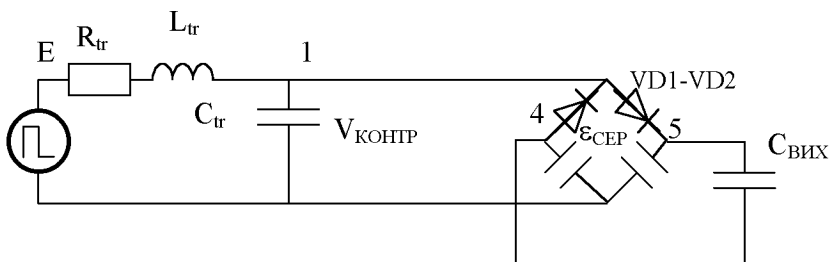


Рисунок 1 – Схема заміщення системи контролю для математичного моделювання

Зміна діелектричних характеристик об'єкта контролю впливає на параметри вимірювального кола, що викликає значні зміни його електричних характеристик.

З метою визначення інформаційно ефективних координат контролю проведено дослідження методами математичного моделювання наступних інформаційних характеристик процесу діагностики об'єкта:

- вхідний струм $i_{ВХ}$ (що вимірюється на L_{tr}),
- вхідна напруга $u_{КОНТР}$ (що вимірюється на C_{tr}),
- вихідна напруга $u_{ВИХ}$ (що вимірюється на $C_{ВИХ}$),
- час зарядки $t_{зар}$.

Результати математичного моделювання підтвердили високу чутливість запропонованої вимірювальної системи до змін діелектричної проникності середовища.

Найбільш високий рівень інформаційної ефективності контролю зміни діелектричної проникності об'єкта має час зарядки $t_{зар}$, що дозволяє вважати цей параметр основною інформаційною координатою в системі діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд.

Визначено діапазони змін електричних характеристик процесу вимірювання, тобто інформаційних координат системи діагностики, що зумовлені зміною діелектричних властивостей об'єкта контролю, методами математичного моделювання.

Проведені дослідження дозволили сформулювати базу правил або базу знань для синтезу інтелектуальної системи діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд.

Аналіз факторів впливу, що викликають зміни в стані електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд, дозволив провести їх класифікацію та виділити фактори середовища, простору, потужності (табл. 1).

Для реалізації складного багатфакторного процесу діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд доцільно використовувати архітектуру, побудовану на базі штучних нейронних мереж (рис. 2).

Таблиця 1

Фактори середовища	Температура оточуючого середовища, t , $^{\circ}\text{C}$; вологість, δ , $\%$; агресивність.
Фактори простору	Площа поверхні границі середовища, $S_{\text{пов}}$, м^2 ; об'єм, V , м^3 .
Фактори потужності	Потужність джерела; потужність випромінювання об'єкта.

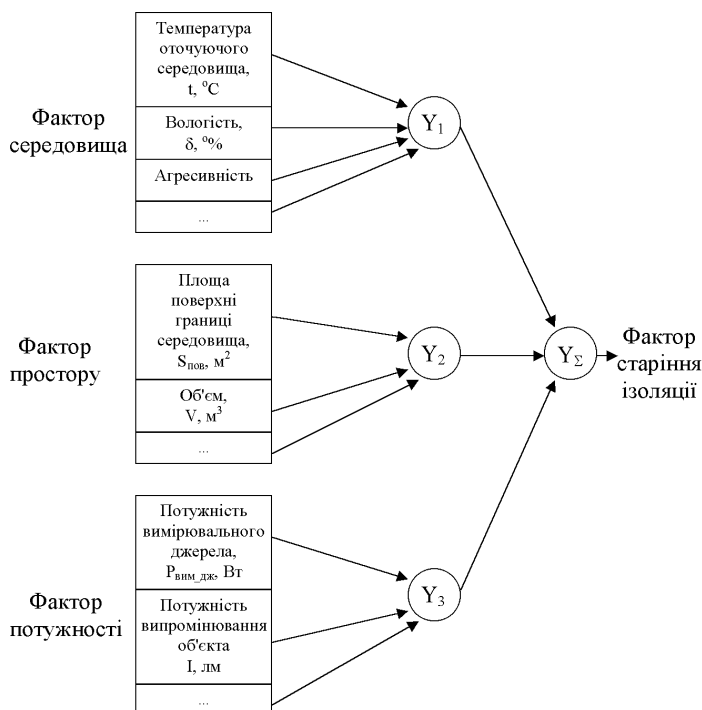


Рисунок 2 – Архітектура системи діагностики рівня старіння ізоляції на базі штучної нейронної мережі

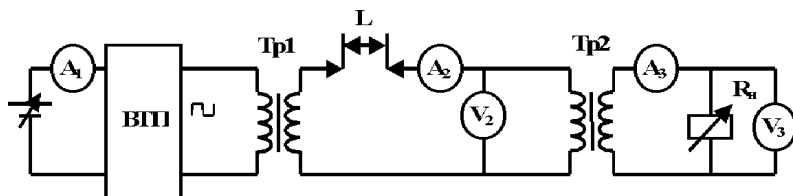


Рисунок 3 – Схема експериментального станда для контролю об'єкта складної геометрії

На основі експериментального стенда для дослідження системи неруйнівного контролю на базі теслівських кіл (рис. 3) проведено серію випробувань, які дозволили уточнити перелік параметрів та діапазонів їх варіювання в системі неруйнівного контролю.

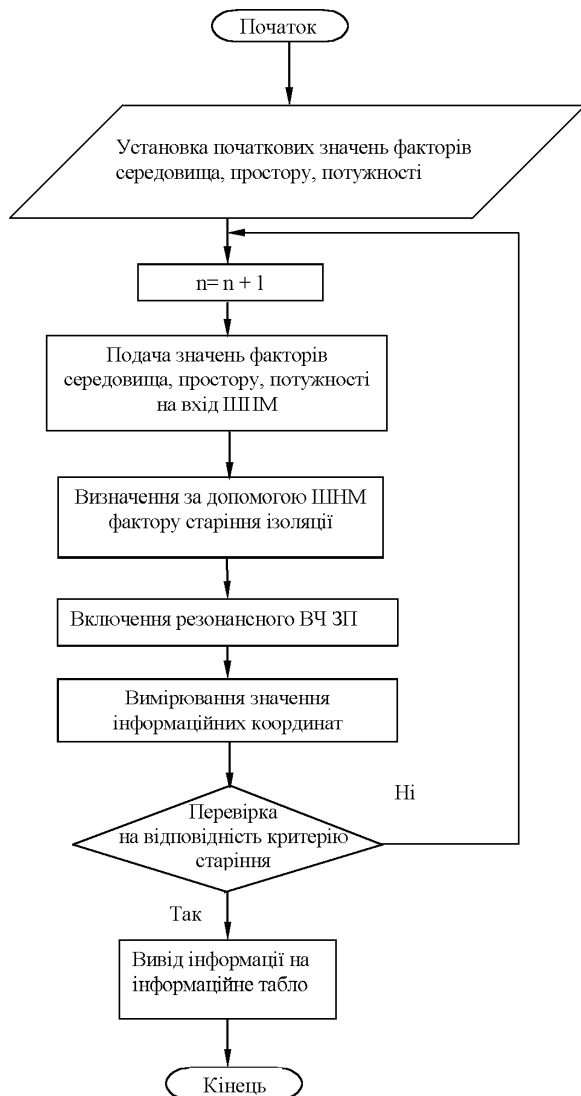


Рисунок 4 – Алгоритм роботи системи діагностики залишкового ресурсу якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд

Регулювання потужності в експериментальній схемі відбувається шляхом пакетної передачі несучої високої частоти, модульованої низькочастотними керуючими сигналами регульованої тривалості.

На основі аналізу роботи експериментального стенда для дослідження системи неруйнівного контролю на базі теслівських кіл синтезовано приблизний алгоритм роботи системи діагностики залишкового ресурсу й якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд (рис. 4).

Висновки. На основі проведеного аналізу встановлено, що відомі раніше методи неруйнівного контролю складні або неефективні.

Обґрунтовано доцільність використання теслівських кіл у системі неруйнівного контролю та діагностики стану технічних об'єктів для безконтактного методу визначення відхилень діелектричних характеристик середовищ від нормативних.

Встановлено, що основним варіантом побудови діагностичної системи залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції є використання теслівських кіл, реалізованих на основі резонансних високочастотних зарядних пристроїв ємнісних накопичувачів.

Визначено електричні характеристики процесу вимірювання, які дозволять контролювати зміну діелектричних властивостей об'єкта, а їх функціонали можуть використовуватись в якості інформаційних характеристик стану об'єкта в системі діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд. Визначено діапазони змін електричних характеристик, які прийнято в якості інформаційних координат. Встановлено, що найбільш високий рівень інформаційної ефективності має час зарядки $t_{зар}$, що дозволяє вважати цей параметр основною інформаційною координатою в системі діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд.

Сформовано базу правил або базу знань для синтезу інтелектуальної системи діагностики залишкового ресурсу. Проведено класифікацію факторів впливу, що викликають зміни в стані електричної ізоляції та виділено фактори середовища, простору, потужності.

Побудовано архітектуру системи діагностики залишкового ресурсу і якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд на базі штучних нейронних мереж.

Розроблено алгоритми роботи системи діагностики залишкового ресурсу й якості електричної ізоляції промислових електротехнічних споруд.

На основі аналізу математичних моделей керування електроімпульсними установками для електророзрядних технологій узагальнені основні задачі керування ЕГУ, що дозволило розробити архітектуру інформаційно-керуючого комплексу, який забезпечує підвищення ефективності ЕГУ.

Список літератури: 1. Волков И.В., Пентегов И.В. Тесловские процессы в высоковольтных высокочастотных электрических цепях // Технічна електродинаміка: Тем. випуск «Проблеми сучасної електротехніки». – 2000. – Ч.1. – С. 7-11. 2. Мирошніченко Л.Н. Резонансные зарядные устройства емкостных накопителей энергии для унифицированных блоков ГИТ / Л.Н.Мирошніченко, А.Н. Голобородько, В.М. Рябенкий // Технічна електродинаміка. Тем. вип. Проблеми сучасної електротехніки. – 2004. – Ч. 7. – С. 125-129. 3. Мирошніченко Л.Н. Зарядные устройства ГИТ с промежуточным преобразованием частоты // Технічна електродинаміка. Тем. вип. Силовая електроніка та енергоефективність. – 2001. – Ч. 1. – С. 13-16.

Поступила в редколлегию 15.05.2007

УДК 681.51: 537.528

Н.С.НАЗАРОВА, канд.техн.наук; **Д.В.ВИННИЧЕНКО**;
И.Л.НАЗАРОВА; Институт импульсных процессов и технологий НАН
Украины; Национальный университет кораблестроения, Николаев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАЗРЯДНОГО ТОКА ДЛЯ РАЗРЯДНОИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Розроблено архітектуру автоматизованої системи вимірювання розрядного струму для розрядноімпульсних технологій в установках з рухомим електродом, яка дозволяє ефективно контролювати стан об'єкту керування.

The architecture of the automated measuring system for of discharge technology installations with a mobile rod is designed, which one allows effectively to control a condition of object of control.

Введение. В современном промышленном производстве получили широкое применение импульсные технологии, которые позволяют осуществлять концентрированное, дозированное воздействие в заданных координатах, с достижением при этом высоких удельных энергетических показателей. Среди импульсных технологий несомненные преимущества с точки зрения простоты реализации, эффективности, безопасности, высокой мощности, возможности управления процессом импульсного влияния на материалы и изделия имеют технологии, в которых используется высоковольтный электрический разряд в жидкости. Источником влияния является импульс давления, которое генерируется каналом электрического разряда, возникающего между электродами (или электродом и изделием). Техническим средством для реализации разрядноимпульсных технологий в промышленности являются электрогидроимпульсные установки (ЭГУ), которые применяются для импульсного разрушения материалов (технологии очистки отливок, снятия остаточных напряжений, разрушения негабаритов).